

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

ROTOR UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

Patent number: DE2756626
Publication date: 1979-06-21
Inventor: MOSLENER MANFRED DIPL ING
Applicant: PHILIPS PATENTVERWALTUNG
Classification:
- international: H02K1/22; H02K15/02
- european: H02K1/27B2B2
Application number: DE19772756626 19771219
Priority number(s): DE19772756626 19771219

Abstract not available for DE2756626

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 27 56 626 C2

⑤① Int. Cl. 3:
H02 K 15/02

②① Aktenzeichen:	P 27 56 626.3-32
②② Anmeldetag:	19. 12. 77
④③ Offenlegungstag:	21. 6. 79
④⑤ Veröffentlichungstag:	19. 8. 82

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

②③ Patentinhaber:
Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg, DE

⑦② Erfinder:
Moslener, Manfred, Dipl.-Ing., 2000 Tangstedt, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE-PS	9 65 484
DE-PS	6 56 966
DE-AS	11 18 335
DE-OS	24 28 744
DE-GM	17 56 374
GB	7 40 587

⑤④ »Verfahren zur Herstellung eines Rotors für eine elektrische Maschine«

Fig 1

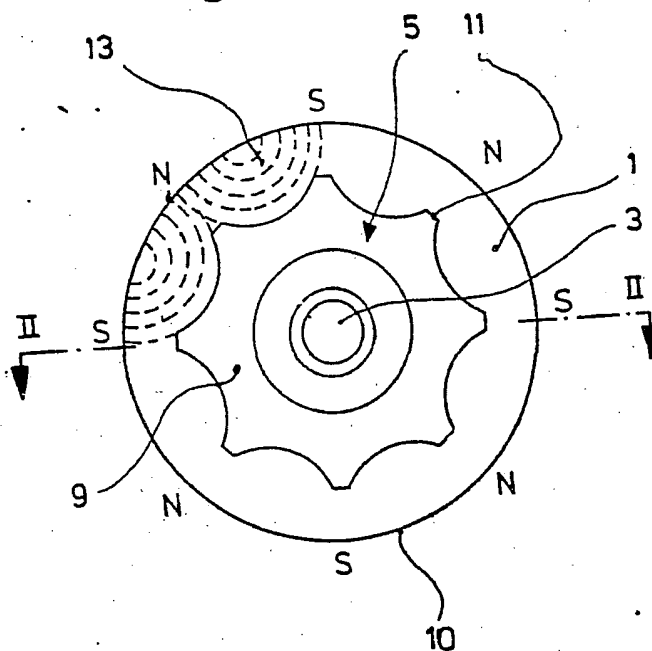
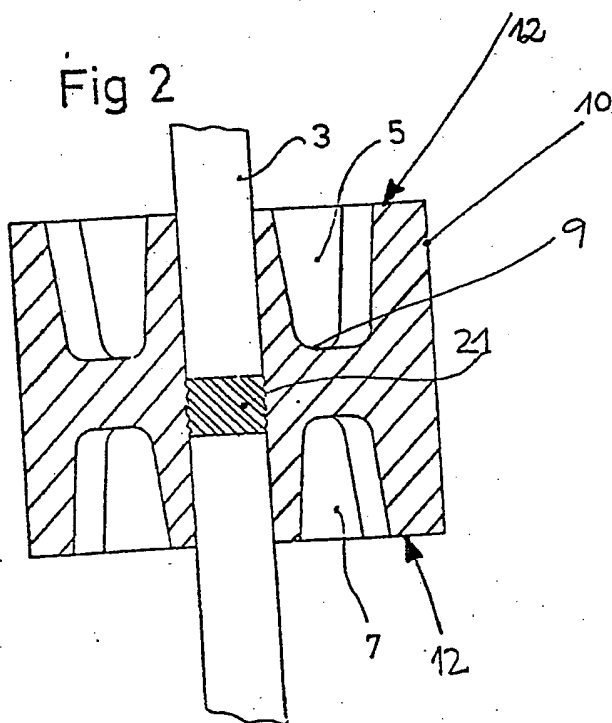


Fig 2



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines Rotors für eine elektrische Maschine in Form eines zylindrischen, in Umfangsrichtung mehrpolig lateral magnetisierten Dauermagnetkörpers auf einer Welle, wobei der Dauermagnetkörper aus einem pulverförmigen, mit Kunststoff vermischten magnetischen Material durch einen Spritz-, Preß- oder Spritzgießprozeß in einem Formwerkzeug geformt und dann magnetisiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle in das Formwerkzeug eingelegt, der Dauermagnetkörper um die in das Formwerkzeug eingelegte Welle herumgeformt und mit dieser während des Formgebungsprozesses durch unmittelbaren Kontakt zwischen dem Material des Dauermagnetkörpers und dem der Welle fest verbunden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Formgebungsprozesses für den Dauermagnetkörper ein der gewünschten Magnetisierung entsprechendes Richtmagnetfeld zur Erzeugung einer magnetischen Vorzugsrichtung angelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Dauermagnetkörper eine den Kraftlinienverlauf der magnetischen Pole berücksichtigende Form erteilt wird, derart, daß an mindestens einer seiner Stirnflächen gebildeten Ringnut axial verlaufende, den magnetischen Polen symmetrisch zugeordnete Ausbuchtungen entstehen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß den Ausbuchtungen eine solche Form, insbesondere eine Sägezahnform mit Zähnen ungleicher Kantenlänge, erteilt wird, daß sich beim Betrieb des Rotors eine ventilatorartige Luftströmung einstellt.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Boden der Ringnut durchgehende, den magnetischen Polen zugeordnete Öffnungen angebracht werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als magnetisches Material keramisches Dauermagnetpulver verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Bariumhexaferrit- und/oder Strontiumhexaferritpulver mit 60 bis 70% Korngrößenanteil von etwa 1 µm verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kunststoff Polyolefine verwendet werden, insbesondere Polypropylen oder Polyäthylen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelkomponenten in der Masse für den Dauermagnetkörper in folgender Verteilung enthalten sind (Angaben in Gew.-%):

Kunststoff	6 - 15
Magnetisches Material	81 - 92
Gleitmittel	2 - 4

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Richtmagnetfeld durch Dauermagnete, insbesondere Samarium-Kobalt-Magnete, mit einem Rückschlußring erzeugt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die fertigen Rotoren entsprechend den bereits vorgegebenen Polen induktiv nachmagnetisiert werden.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors für eine elektrische Maschine in Form eines zylindrischen, in Umfangsrichtung mehrpolig lateral magnetisierten Dauermagnetkörpers auf einer Welle, wobei der Dauermagnetkörper aus einem pulverförmigen, mit Kunststoff vermischten magnetischen Material durch einen Spritz-, Preß- oder Spritzgießprozeß in einem Formwerkzeug geformt und dann magnetisiert wird.

Aus der DE-PS 6 56 966 ist ein Verfahren zur Herstellung von permanenten Magneten bekannt, wobei ein ferromagnetischer Stoff von großer Koerzitivkraft und Remanenz zerkleinert, mit einem Bindemittel, z. B. Harze, Kunstharze, preßfähige Kunststoffe, plastische oder backende Stoffe, gemischt bzw. getränkt, hierauf die Mischung durch Gießen, Pressen oder sonstige kalte oder bei einer solchen Temperatur durchgeführte warme Behandlung, daß einerseits keine Sinterung der Metallteilchen stattfindet und andererseits eine zur Verbindung der Metallteilchen erforderliche Menge des Bindemittels im Endprodukt verbleibt, in eine feste Form gebracht und dann in an sich bekannter Weise magnetisiert wird. Es wird in dieser Vorveröffentlichung jedoch kein Weg zur Herstellung eines Rotors aufgezeigt.

Aus der DE-PS 9 65 464 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors für einen elektrischen Generator oder Motor und insbesondere für Fahrraddynamos bekannt, bei welchem die Welle mit Hilfe von Metallpulver in dem zylindrischen magnetischen Rotorkörper aus Keramik dadurch befestigt wird, daß sie durch den auf das Metallpulver ausgeübten Preßdruck gehalten wird oder daß dem Metallpulver als Zusatz ein nach einer bestimmten Zeit aushärtendes Klebemittel zugesetzt wird.

Dieses Verfahren der Befestigung der Welle in dem magnetischen Rotorkörper ist verhältnismäßig aufwendig und erfordert nicht nur wegen der Forderung nach einer hohen Genauigkeit der Winkellage der Welle zum magnetischen Rotorkörper einen hohen Vorrichtungsaufwand. Es ist für eine Großserienfertigung auch nachteilig, daß dieses Verfahren zur Herstellung von Rotoren nur schwierig automatisiert werden kann, da unterschiedliche Vorrichtungen für die Fertigung der keramischen Rotorkörper und die weiteren Bearbeitungsschritte, wie Befestigen der Welle und Magnetisieren des Rotorkörpers, erforderlich sind.

Weitere Nachteile ergeben sich darüber hinaus aber auch aus der Formgebung des Dauermagnetkörpers. Ein Vollzylinder hat, insbesondere wenn er aus Keramik besteht, ein verhältnismäßig hohes Gewicht, was bei zu bewegenden Teilen — zu denken ist an das Drehen eines Rotors oder bei einem Fahrraddynamo auch an das Verschwenken bei In- oder Außerbetriebnahme — von Nachteil ist.

Speziell bei einem mehrpolig lateral zu magnetisierenden zylindrischen Körper kommt ein weiteres Problem hinzu: Es läßt sich bei einer Großserienfertigung unter Umständen nicht vermeiden, daß die einzelnen Pole Schwankungen ihrer Polstärken aufwei-

sen. Diese Schwankungen können bei dem fertigen Werkstück in Form eines Vollzylinders kaum korrigiert werden.

Der Vollständigkeit halber sind noch einige weitere Vorveröffentlichungen zu erwähnen.

Aus der GB-PS 7 40 587 ist ein Rotor für Verbrennungskraftmaschinen mit einem aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzten Rotorkörper bekannt, bei dem die Schwankungen der Polstärken dadurch ausgeglichen werden, daß auf der Peripherie eines Ringes aus Permanentmagnetmaterial, der von Flanschen aus nichtmagnetischem Material an einer extra für diesen Befestigungszweck mit einem besonderen Schulterstück versehenen Welle befestigt ist, zusätzlich Weicheisenlaminatstücke an den Stellen der Pole mechanisch befestigt sind. Die Flansche sind so ausgebildet, daß sie als Preßhalterung für den Magnetring mit den auf ihm befestigten Weicheisenlaminatstücken wirken. Dieses Verfahren ist wegen der vielen zu montierenden einzelnen Paßteile des Rotorkörpers sehr umständlich und kostenaufwendig und für eine Großserienfertigung nicht effektiv.

Aus dem DE-GM 17 56 374 ist ein Läufer eines Synchronkleinmotors bekannt, bei welchem der Mantel des Läufers aus Bandmaterial gebogen ist und mittels eines Gießharzes mit der Achse des Läufers verbunden ist. Da der Läuferkörper, der übrigens nicht aus kunststoffgebundenem, pulverförmigem Dauermagnetmaterial besteht, aus unterschiedlichen Werkstoffen gefestigt werden muß, ist seine Herstellung kostspielig und aufwendig und für eine Großserienfertigung von möglichst preisgünstigen Kleinteilen nicht optimal.

Aus der DE-AS 11 18 335 ist ein Rotor bekannt, bei dem in den Innenraum eines Ringes aus einem nicht näher definierten magnetisch harten Werkstoff eine Scheibe aus einem anderen Werkstoff, beispielsweise aus Kunststoff, eingespritzt wird, die zugleich die Nabe des Rotors bildet. Mittels dieser Nabe wird der Läufer auf der Welle befestigt. Auch bei diesem Rotor ist von Nachteil, daß mehrere Arbeitsgänge für die Herstellung des Rotors erforderlich sind und unterschiedliche Werkstoffe für die Ausbildung des Rotorkörpers verarbeitet werden müssen.

Aus der DE-OS 24 28 744 ist ein Rotor aus einer Kobaltlegierung und ein Verfahren zu dessen Herstellung bekannt. Wie der Fachmann dieser Entgegnung entnimmt, ist es mit erheblichen Nachteilen für die magnetischen Eigenschaften verbunden, wenn eine Rotorwelle oder -nabe in die Preßform oder das Gesenk eingesetzt und dann das magnetische Pulvermaterial hinzugegeben wird, das um die Nabe oder die Welle herum zusammengepreßt und gesintert wird, um einen aus einem Stück bestehenden Rotor zu bilden. Infolge der Wanderung ferromagnetischer Moleküle von der Nabe zum Material des Magneten ergibt sich eine Verminderung der bestmöglichen magnetischen Eigenschaften durch metallurgische Verunreinigung, die eine magnetische Entartung zur Folge hat. Zur Vermeidung dieses Nachteils wird ein keramischer Belag auf die Oberfläche einer ferromagnetischen Nabe vor dem Aufsintern der magnetischen Legierung auf die Nabe aufgebracht, wobei dieser Belag in einem gesonderten Arbeitsgang mit Hochfrequenz aufzusprühen ist. Dieser Vorveröffentlichung entnimmt der Fachmann also, daß das Material einer Nabe nicht direkt mit dem Dauermagnetmaterial in Kontakt kommen dürfe, sondern zunächst mit einer indifferenten oder hitzebeständigen Schicht versehen werden müsse, wenn die

magnetischen Eigenschaften des herzustellenden Rotors nicht nachteilig beeinflußt werden sollen.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Erkenntnis zugrunde, daß es weder erforderlich ist, die Welle für einen Rotor mit einer inerten Schutzschicht im Kontaktbereich des Magneten zu bedecken, noch daß es erforderlich ist, eine Nabe gesondert zu fertigen und diese durch geeignete Mittel auf einer Welle zu befestigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die genannten Nachteile der Rotoren des Standes der Technik zu umgehen und ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors für eine elektrische Maschine zu schaffen, mit dessen Hilfe die endgültige Formgebung des Rotors sowie seine Magnetisierung in einem einzigen Arbeitsgang zu erreichen ist und der außerdem bei reproduzierbar sehr guten magnetischen Eigenschaften ein verhältnismäßig geringes Gewicht aufweist und dessen Rotorkörper aus einem einheitlichen Material besteht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Welle in das Formwerkzeug eingelegt, der Dauermagnetkörper um die in das Formwerkzeug eingelegte Welle herumgeformt und mit dieser während des Formgebungsprozesses durch unmittelbaren Kontakt zwischen dem Material des Dauermagnetkörpers und dem der Welle fest verbunden wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Erfindung wird während des Formgebungsprozesses für den Dauermagnetkörper ein der gewünschten Magnetisierung entsprechendes Richtmagnetfeld zur Erzeugung einer magnetischen Vorzugsrichtung angelegt.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Erfindung wird dem Dauermagnetkörper eine den Kraftlinienverlauf der magnetischen Pole berücksichtigende Form erteilt, derart, daß in an mindestens einer seiner Stirnflächen gebildeten Ringnut axial verlaufende, den magnetischen Polen symmetrisch zugeordnete Ausbuchtungen entstehen.

Hierdurch ergibt sich nicht nur der Vorteil einer gleichmäßigen magnetischen Feldverteilung, sondern außerdem können durch diese Formgebung auch Gewichtsverringerungen erreicht werden.

Wird den Ausbuchtungen z. B. eine Sägezahnform mit Zähnen ungleicher Kantenlänge erteilt, ergibt sich der Vorteil, daß sich beim Betrieb des Rotors eine ventilatorartige Luftströmung einstellt.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung werden durch den Boden der Ringnut durchgehende, den magnetischen Polen zugeordnete Öffnungen angebracht. Dies ergibt den Vorteil, daß das Werkstück, also der Dauermagnetkörper, durch die vergrößerte Oberfläche bei der Fertigung z. B. durch Spritzgießen oder Spritzpressen von Dauermagnetmassen mit thermoplastischen Kunststoffen, welches ja bekanntlich bei Temperaturen erfolgt, bei denen die thermoplastischen Kunststoffe fließfähig sind, sehr viel schneller abkühlt als ein Vollzylinder. Damit kann der Fertigungsprozeß erheblich beschleunigt werden, da die Pressen schneller geleert und wieder gefüllt werden können.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß neben einer beträchtlichen Materialeinsparung an dauermagnetischem Material sehr viel leichtere Rotoren mit gleichen magnetischen Eigenschaften, wie sie Rotoren mit Dauermagnetkörpern in Form eines Vollzylinders haben, erzeugt werden können. Durch das geringe Gewicht eines solchen Rotors ergibt sich der Vorteil eines gegenüber den bekannten Rotoren sehr viel geringeren Trägheitsmo-

menten beim Anlaufen eines Motors mit einem erfindungsgemäßen Rotor bzw. beim Verschwenken und Drehen eines Fahrraddynamos gemäß der Erfindung.

Die weiteren mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin, daß der Fertigungsprozeß viel einfacher automatisierbar ist, also für eine Großserienfertigung besonders gut geeignet ist, denn es können mehrere Arbeitsgänge, wie z. B. das Fertigen des Dauermagnetkörpers und das Einsetzen der Welle, kombiniert werden. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß schon während der Formgebung des Dauermagnetkörpers in diesem eine magnetische Vorzugsrichtung erzeugt wird, die als endgültige Magnetisierung praktisch ausreicht. Wird eine zusätzliche Nachmagnetisierung am fertigen Rotor vorgenommen, können die magnetischen Eigenschaften noch verbessert werden.

Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben und ihre Wirkungsweise erläutert. Es zeigt

Fig. 1 Draufsicht auf einen Rotor gemäß der Erfindung.

Fig. 2 Schnitt durch den Rotor gemäß Fig. 1 entsprechend der Linie II-II.

Fig. 3 Draufsicht auf einen Fahrraddynamo gemäß der Erfindung.

Fig. 4 Schnitt durch den Fahrraddynamo gemäß Fig. 3 entsprechend der Linie IV-IV.

Fig. 5 und 6 Draufsichten auf weitere Ausführungsbeispiele von Rotoren gemäß der Erfindung.

In den Fig. 1 und 2 ist ein Rotor gemäß der Erfindung dargestellt, mit einem Dauermagnetkörper 1 und einer Welle 3. Der zylindrische Dauermagnetkörper 1 hat ringförmige Ausnehmungen 5 und 7 mit Ausbuchtungen 11, wobei die Anzahl und der Ort der Ausbuchtungen 11 so gewählt ist, daß sie den im Dauermagnetkörper 1 erzeugten magnetischen Polen S und N entsprechen. Durch eine solche geometrische Ausgestaltung des Dauermagnetkörpers 1 kann dem Feldlinienverlauf 13 in optimaler Weise entsprochen werden.

In den Fig. 3, 4 und 5 sind Ausführungsformen von Dauermagnetkörpern 1 für Rotoren oder Fahrraddynamos dargestellt, die sich dadurch auszeichnen, daß sie noch leichter an Gewicht sind als die Ausführungsform gemäß Fig. 1, da weiteres Material durch Herausarbeiten von Öffnungen 19 oder 19' am Boden der ringförmigen Ausnehmungen 5 und 7 eingespart wurde. Ausführungsformen dieser Art haben den weiteren Vorteil, daß sie durch die vergrößerte Oberfläche während des Betriebes nicht so warm werden wie z. B. Dauermagnetkörper in Form eines Vollzylinders.

Soll der Dauermagnetkörper 1 für einen Rotor verwendet werden, wird die Welle 3 durch den zentralen Kern 23 des Dauermagnetkörpers hindurchgeführt, soll der Dauermagnetkörper 1 hingegen für einen Fahrraddynamo verwendet werden, endet die Welle 3 im zentralen Kern 23 des Dauermagnetkörpers 1.

In Fig. 6 ist ein Dauermagnetkörper 1 dargestellt, der — ebenso wie die bereits beschriebenen Dauermagnetkörper — sowohl für Rotoren als auch für Fahrraddynamos verwendet werden kann und der sich dadurch auszeichnet, daß die dem Zylindermantel 10 des Dauermagnetkörpers 1 zugewandten Wände der Ausnehmungen 5 und 7 (in Fig. 6 ist nur die Ausnehmung 5 sichtbar) Ausbuchtungen 11 in sägezahnförmiger Geometrie mit Zähnen ungleicher Kantenlänge aufweisen. Hierdurch ergibt sich beim Umlaufen des Rotors oder Dynamos in einer elektrischen Maschine eine ventilatorartige Kühlwirkung.

Das Verfahren zur Herstellung von Rotoren oder Fahrraddynamos der beschriebenen Ausführungsformen kann folgendermaßen ausgeführt werden:

Die Welle 3, z. B. aus Stahl, ist derart mit einem Dauermagnetkörper 1 fest verbunden, daß um die Welle 3, die in ein Formwerkzeug für den Dauermagnetkörper 1 eingesetzt wurde und das entsprechend der gewünschten Formgebung des Dauermagnetkörpers gestaltet ist, eine dauermagnetische Masse aus keramischem Dauermagnetpulver, z. B. Bariumhexaferrit, gemischt mit einem thermoplastischen Kunststoff, z. B. Polypropylen, und Gleitmittel, z. B. Aluminium-Stearat, herumgespritzt oder herumgepreßt wird. Die Masse für den Dauermagnetkörper besteht vorzugsweise aus 6,5 Gew.-% Polypropylen, 90 Gew.-% Bariumhexaferrit einer Korngrößenverteilung zwischen > 1 und $320 \mu\text{m}$ mit größenordnungsmäßig 90% Kornanteil von etwa $1 \mu\text{m}$ und 3,5 Gew.-% Aluminium-Stearat. In einem beheizten Knetter wird diese Masse mit einer Temperatur von etwa 170 bis 210°C gemischt, anschließend granuliert und dann in ein Formwerkzeug bei einer Temperatur von 230 bis 290°C gespritzt, in welches die Welle 3 bereits eingesetzt ist und an welches ein magnetisches Richtfeld von ~ 3 bis 7 kG , vorzugsweise 7 kG , entsprechend der gewünschten Magnetisierung des Dauermagnetkörpers angelegt ist. Dieses Richtfeld kann z. B. mit Samarium-Kobalt-Magneten mit einem Rückschlußring aufgebaut sein und erzeugt im Dauermagnetkörper eine magnetische Vorzugsrichtung.

Auf diese Weise hergestellte Dauermagnetkörper hatten folgende magnetische Kenngrößen:

- 45 Remanenz
 $B_r (\text{mT})$ 220 (Mittelwert); 270 (Maximalwert)
 Koerzitivfeldstärke
 $H_K (\text{kA/m})$ 220 (Mittelwert); 280 (Maximalwert)

50 Werden die Dauermagnetkörper nach Fertigstellung mittels einer Induktionsmagnetisierung nachmagnetisiert, ergeben sich um ungefähr 6% bessere Werte für die magnetische Induktion im Vergleich zu den entsprechenden Werten bei Dauermagnetkörpern aus isotropen keramischen Magnetmassen.

Zur besseren mechanischen Halterung in dem um sie herumgespritzten oder gepreßten Dauermagnetkörper 1 kann die Welle 3 mit einer im Befestigungsbereich strukturierten Oberfläche 21 versehen sein.

Fig 3

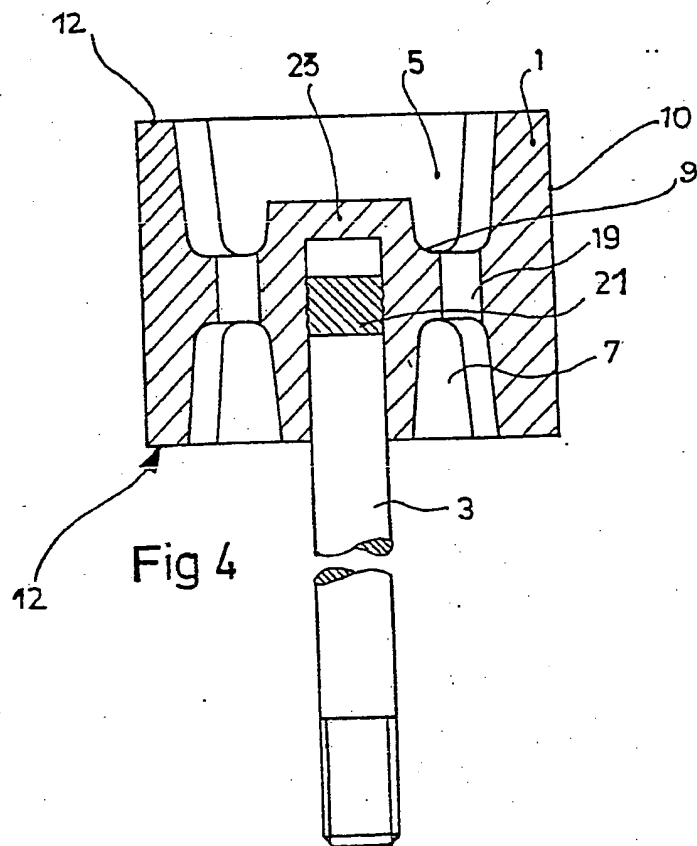
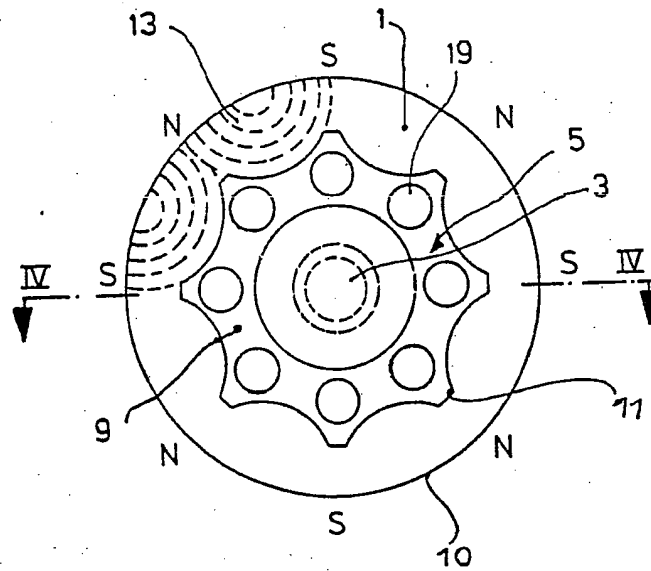


Fig 5

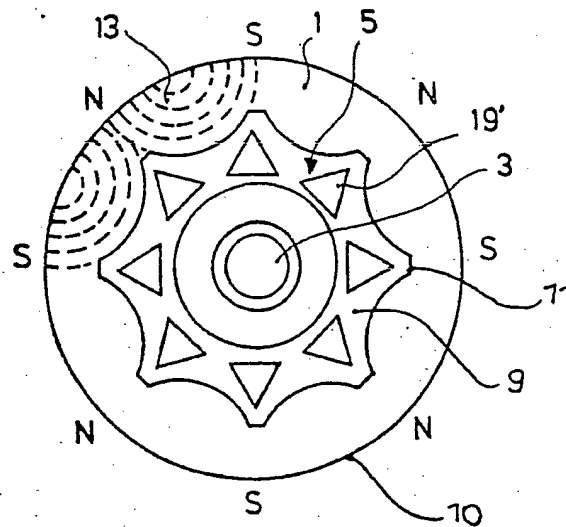
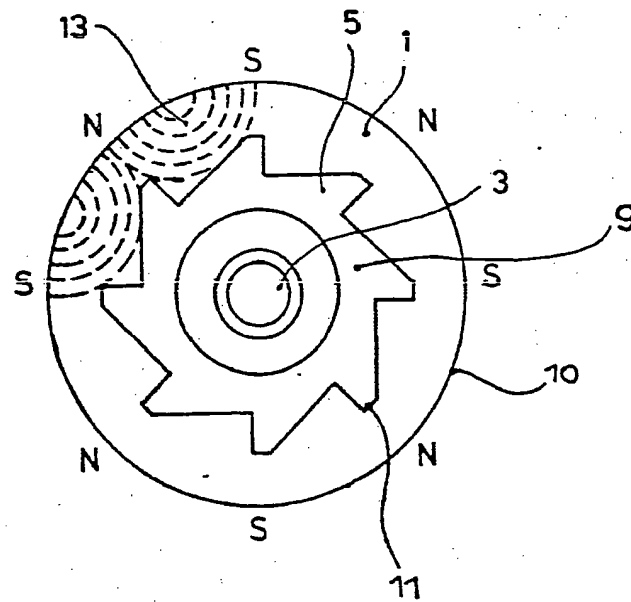


Fig 6



THIS PAGE BLANK (USPTO)